

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-092821

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 2000-286842

(71)Applicant : HITACHI LTD

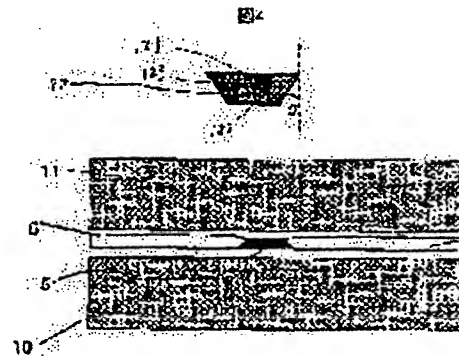
(22)Date of filing : 18.09.2000

(72)Inventor : OKADA TOSHIHIRO
KAWATO YOSHIKI
NISHIDA YASUTAKA
WAKAGI YASUO(54) SINGLE MAGNETIC POLE TYPE MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC DISK DEVICE
MOUNTED WITH THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture a magnetic head for perpendicular recording without writing from a principal magnetic pole side surface and without erasing of an adjacent track and to provide a magnetic disk device using it.

SOLUTION: The side surface of the principal magnetic pole of the magnetic head for perpendicular recording is formed in an inverse taper shape. The inverse taper shape is obtained by previously forming a groove to be a track part in an inorganic insulating film, then forming a magnetic film and flattening the upper surface thereof.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-92821
(P2002-92821A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

テーマコード(参考)

D 5 D 0 3 3

C

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-286842(P2000-286842)

(22) 出願日 平成12年9月18日(2000.9.18)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 岡田 智弘

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 川戸 良昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

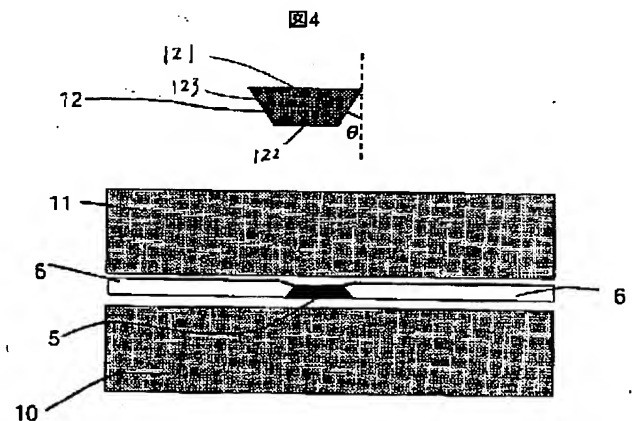
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単磁極型磁気ヘッド及びそれを搭載した磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】主磁極側面からの書き込みがなく、且つ隣接トラックの消去が無い垂直記録用磁気ヘッドを作製し、これを用いた磁気ディスク装置を得る。

【解決手段】垂直記録用磁気ヘッドの主磁極の側面を逆テーパ形状とする。この逆テーパ形状は、予め無機絶縁膜にトラック部分となる溝を形成し、次に磁性膜を形成を後、上面を平坦化することにより得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第一磁極と第二磁極と前記第一及び前記第二磁極の間に形成されたギャップ膜とを有し、前記ギャップ膜と対向する前記第一磁極の幅は、前記ギャップ膜と対向する前記第二磁極の幅より大きく、前記第二磁極の前記ギャップ膜と対向する面を下面とすると、前記第二磁極の下面の幅は上面の幅より小さく、前記第二磁極の上面と当該上面に対する両側面とのなす角は鋭角であることを特徴とする単磁極型磁気ヘッド。

【請求項2】前記第二磁極の上面の幅から下面の幅への寸法変化が連続的であることを特徴とする請求項1記載の単磁極型磁気ヘッド。

【請求項3】前記第二磁極の上面と側面とのなす角度が60度以上90度未満であることを特徴とする請求項1及び2記載の単磁極型磁気ヘッド。

【請求項4】前記第二磁極の上面は平坦であることを特徴とする請求項1乃至3記載の単磁極型磁気ヘッド。

【請求項5】前記第二磁極の上面は、前記上面の端部と中央部の差が30 nm以下であることを特徴とする請求項1乃至4記載の単磁極型磁気ヘッド。

【請求項6】前記磁性膜の飽和磁束密度(Bs)が、1.5 テスラ(T)以上の材料であることを特徴とする請求項1乃至5記載の単磁極型磁気ヘッド。

【請求項7】基板上に軟磁性層と該軟磁性層上に形成された磁性層とを有する磁気ディスク媒体と、第一磁極と第二磁極と前記第一及び前記第二磁極の間に形成されたギャップ膜とを有し、前記ギャップ膜と対向する前記第一磁極の幅は、前記ギャップ膜と対向する前記第二磁極の幅より大きく、前記第二磁極の前記ギャップ膜と対向する面を下面とすると、前記第二磁極の下面の幅は上面の幅より小さく、前記第二磁極の上面と当該上面に対する両側面とのなす角は鋭角である磁気ヘッドとを備え、該磁気ヘッドにより前記磁気ディスク媒体に対し垂直記録を行うことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項8】無機絶縁膜上にレジストパターンを形成する工程と、該レジストパターンをマスクに前記無機絶縁膜をエッチングし、底面より上面が大きく斜面部を有する溝を形成する工程と、該レジストパターンを除去する工程と、前記溝を含む前記無機絶縁膜上に磁性膜を形成する工程と、該磁性膜を平坦化する工程を順次行い、主磁極を形成することを特徴とする単磁極型磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】無機絶縁膜上にレジストパターンを形成する工程と、該レジストパターンをマスクに前記無機絶縁膜をエッチングし、底面より上面が大きく斜面部を有する溝を形成する工程と、該レジストパターンを除去する工程と、該無機絶縁膜上にケミカルメカニカルポリッシング(CMP)用のストッパ膜を形成する工程と、該ストッパ膜上にメッキ下地膜を形成する工程と、該メッキ下地膜上に磁性膜をメッキする工程と、該磁性膜をケミカ

ルメカニカルポリッシング(CMP)により研磨する工程を順次行い、主磁極を形成することを特徴とする単磁極型磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】無機絶縁膜上にレジストパターンを形成する工程と、該レジストパターンをマスクに前記無機絶縁膜をエッチングし底面より上面が大きく斜面部を有する溝を形成する工程と、該レジストパターンを除去する工程と、該無機絶縁膜上にエッチングストッパ膜を形成する工程と、該ストッパ膜上にメッキ下地膜を形成する工程と、該メッキ下地膜上に磁性膜をメッキする工程と、該磁性膜をプラズマを用いたエッチングにより平坦化する工程を順次行い、主磁極を形成することを特徴とする単磁極型磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】前記無機絶縁膜が Al_2O_3 、 AlN 、 SiC 、 T_2O_5 、 TiC 、 TiO_2 、 SiO_2 の単層膜またはこれらの2種以上の積層膜または混合膜であることを特徴とする請求項8乃至10記載の単磁極型磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク装置等の記録・再生に用いられる薄膜磁気ヘッド及びそれを搭載した磁気ディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置では、記録媒体上のデータは磁気ヘッドによって読み書きされる。磁気ディスクの単位面積当たりの記録容量を多くするためには、面記録密度を高密度化する必要がある。しかしながら、現状の面内記録方式では、記録されるビット長が小さくなると、媒体の磁化の熱揺らぎのために面記録密度があげられない問題がある。この問題の解決のために媒体に垂直な方向に磁化信号を記録する垂直記録方式がある。垂直記録方式においても、再生には磁気抵抗効果型ヘッド(MRヘッド)及び、さらに再生出力が大きい巨大磁気抵抗効果型ヘッド(GMRヘッド)を用いることができる。一方、記録には、単磁極ヘッドを用いる必要がある。垂直記録においても、記録密度の向上のためには、トラック密度と線記録密度を向上する必要がある。このうちトラック密度向上のためには、磁気ヘッドのトラック幅を微細、高精度化する必要がある。さらに、垂直記録では、単磁極ヘッドの主磁極の形状が媒体の磁化パターンに大きな影響を与える。具体的には、主磁極のMRヘッドと反対側の端面である主磁極の上部端面、即ちトレーリング側の形状が媒体の磁化パターン形状を大きく左右する。例えば、特開平10-320720号公報では、主磁極の上部端面が平坦で、MRヘッド側が広い台形形状である単磁極ヘッドの構造が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平10-320720号公報記載の発明では、台形形状の両側面の斜面部からのサイド記録トラックを生じると記載されている。

前記サイド記録トラックは隣接記録トラックのクロストークを低減すると記載されている。しかし、トラック密度を高める上で障害になり、面記録密度を高めることができないという問題がある。磁気ディスク装置では、磁気ヘッドをディスクの内周から外周まで走査するとき、ヨー角が生じるが、その際に台形状の磁極形状では、隣接するトラックの信号を消去してしまう問題がある。

【0004】さらに特開平10-320720号公報では、具体的な磁極形成法への記述が無い。

【0005】発明者らは、主磁極（第二磁極）の上面の平坦化は、研磨法を用いることで達成可能であると考えた。しかし、例えばケミカルメカニカルポリッシング(CMP)のような研磨法を用いる場合、膜厚の制御が難しく、膜厚精度が $\pm 0.5\mu\text{m}$ 程度もばらついてしまう問題がある。このため、主磁極の膜厚がばらつくことになり、主磁極からの磁界の強度がばらつく原因になる。従って、膜厚の制御性のよい主磁極上面の平坦化方法を用いる必要がある。

【0006】そこで、本発明では、サイド記録の無く、ヨー角による隣接トラックの消去のない主磁極形状を持つ垂直記録用磁気ヘッドとその作製方法及びその垂直記録用磁気ヘッドを搭載した磁気ディスク装置を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、第一磁極（補助磁極）、第二磁極（主磁極）と第一及び第二磁極の間に形成されたギャップ膜とを有し、ギャップ膜と対向する第一磁極の幅がギャップ膜と対向する第二磁極の幅より大きい単磁極型の垂直記録用磁気ヘッドであって、第二磁極のギャップ膜と対向する面を下面、ギャップ膜と対向する面と反対側すなわちトレーリング側を上面とすると、第二磁極の上面は平坦で、第二磁極の下面の幅

(b)は、上面の幅(a)より小さく、第二磁極の上面と当該上面に対する両側面とのなす角が鋭角である磁気ヘッドとするものである。また、この磁気ヘッドを搭載して磁気ディスク装置を構成するものである。

【0008】ここで、第二磁極は、上面から下面へわたり第二磁極の幅の寸法変化が連続的であり、第二磁極の両側面が斜面を形成することが望まれる。さらに、第二磁極の上面と当該上面に対する両側面とのなす角度を60度以上90度以下の範囲であることが好ましい。また、第二磁極の上面において、その平坦度は、上面における端部と中央部の差が30 nm 以下であることが望ましい。

【0009】また、本発明は、無機絶縁膜上にレジストパターンを形成する工程と、該レジストパターンをマスクに前記無機絶縁膜をエッチングし、溝を形成する工程と、該レジストパターンを除去する工程と、前記溝を含む前記無機絶縁膜上に磁性膜を形成する工程と、該磁性膜を平坦化する工程とを順次行い第二磁極（主磁極）を

形成するものである。前記レジストパターンを除去する工程の後、該無機絶縁膜上にケミカルメカニカルポリッシング(CMP)用のストッパ膜を形成する工程と、該ストッパ膜上にメッキ下地膜を形成する工程と、該メッキ下地膜上に磁性膜をメッキする工程と、該磁性膜をケミカルメカニカルポリッシング(CMP)により研磨する工程とを順次行って第二磁極（主磁極）を形成してもよい。あるいは、前記レジストパターンを除去する工程の後、該無機絶縁膜上にエッチングストッパ膜を形成する工程と、該ストッパ膜上にメッキ下地膜を形成する工程と、該メッキ下地膜上に磁性膜をメッキする工程と、該磁性膜をプラズマを用いたエッチングにより平坦化する工程とを順次行って第二磁極（主磁極）を形成してもよい。

【0010】前記無機絶縁膜は、 Al_2O_3 、 AlN 、 SiC 、 $\text{T}_{\text{a}}\text{O}_5$ 、 TiC 、 TiO_2 、 SiO_2 の単層膜またはこれらの2種以上の積層膜または混合膜である。前記第二磁極を構成する磁性膜の飽和磁束密度(Bs)が、1.5 テスラ(T)以上の材料を用いることが好ましい。前記ケミカルメカニカルポリッシング(CMP)のストッパ膜は、C、Ta、Mo、Nb、W、Crの単層膜または積層膜または合金膜からなる。前記エッチングストッパ膜は、Cr、Ni、Au、Pt、Pd、Ru、Rh、Cu、Ag、Tc、Re、Os、Irの単層膜または積層膜または合金膜からなる。

【0011】さらに、記録ヘッドの狭トラック化に対応するために、第二磁極（主磁極）の上面の幅(a)が $0.3\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0012】本発明では、垂直記録用磁気ヘッドの第二磁極（主磁極）の形状として、第二磁極の側面からの書き込み及び消去、ヨー角による隣接トラックへの書き込み及び消去を防ぐことのできる構造となっている。まず、第二磁極の側面により隣接トラックへ書き込むことを防ぐためには、第二磁極の磁気記録媒体対向面から見た形状を逆テーパ形状とすればよい。また、第二磁極の磁気記録媒体対向面から見た形状を逆テーパ形状とすることにより、ヨー角が付くことより第二磁極の一部が隣接トラックへはみ出してしまい、このはみ出した第二磁極の一部により隣接トラックの情報を消去してしまうことを防止することもできる。この逆テーパ形状のテーパ角度は、ヨー角に依存し、第二磁極の上面に対する法線方向とのなす角度 θ を $0^\circ < \theta \leq 30^\circ$ とする、つまり、第二磁極の上面と当該上面に対する両側面とのなす角度を60度以上90度未満の範囲に設定することが好ましい。また、そのテーパ部分は、直線的すなわち上面の幅(a)から下面の幅(b)に連続的に寸法が変化することが好ましい。このとき、テーパ角度をつけることによって、主磁極からの磁界強度が低下する問題が生じるため、主磁極の飽和磁束密度(Bs)を高める必要があり、Bs=1.5 T(テスラ)以上が必要である。このような材料としては、例えばFeNi、CoNiFe等がある。以上のように

に、主磁極の媒体対向面からみた側面形状を逆テーパ化すれば、サイドへの書き込みと隣接トラックの消去の問題の両方を解決できることを見出した。また、主磁極の上面の平坦化を行いながら、かつ膜厚制御性を持たせるためには、あらかじめ無機絶縁膜に溝を掘り込み、その溝の中に磁性膜を形成後、研磨法あるいはエッチングにより、不要部を除去すればよいことも見出した。無機絶縁膜は、従来から用いている Al_2O_3 または SiC 、 T_2O_5 、 TiC 、 TiO_2 、 SiO_2 等の単層膜または、混合膜、積層膜が使用可能である。主磁極の上面の平坦度は、主磁極の端部と中央部の差が30nm以下が望ましい。研磨法としては、例えばケミカルメカニカルポリッシング(CMP)等が使用可能で、このCMP用のストップ膜を予め形成すれば、膜厚制御性を大幅に向上できる。このストップ膜としては、例えば、C、Ta、Mo、Nb、W、Crの単層膜または積層膜または合金膜が使用可能である。エッチングを用いて、平坦化を行う場合、CMPの場合と同様にエッチングストップ膜を予め形成することで、膜厚制御性を向上できる。エッチングストップ膜としては、Cr、Ni、Au、Pt、Pd、Ru、Rh、Cu、Ag、Tc、Re、Os、Irの単層膜または積層膜または合金膜が適用可能である。また、この製造法は、最初に形成するレジストパターン寸法のトラック幅が決定できるため、トラック幅加工の高精度化が容易に可能であり、トラック幅0.3 μm 以下の磁気ヘッドを形成する時に特に有効である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面を用いて説明する。図1は本発明の一実施例における磁気ディスク装置の概略図であり、磁気ディスクと磁気ヘッドとの関係を示したものである。(但し、図の拡大倍率は均一では無い。)磁気ディスク装置は、回転する磁気ディスク1と支持体2の先端に固定された磁気ヘッド3とを備え、磁気ヘッド3によって磁気ディスク1上に磁化信号4を記録または再生を行なう。図2に、支持体2を振ることによって、磁気ヘッド3を回転する磁気ディスク1上で動かしたときの概略図(但し、図の拡大倍率は均一では無い)を示す。このとき、磁気ヘッド3を支持する支持体2は図2に示すようにヨー角 α が発生する。ヨー角 α の範囲は、 $\pm 30^\circ$ 程度である。図10は、本発明の一実施例である垂直記録用磁気ヘッドと磁気ディスクとの関係を表す概略図である。(但し、図の拡大倍率は均一では無い)。さらに、図11は、図10に示した垂直記録用磁気ヘッドと磁気ディスクとを用いて垂直記録を行う時の概略図である。主磁極(第二磁極)12から出た磁界100は磁気ディスク1を構成する記録層20、軟磁性層である裏打ち層21を通り、補助磁極(第一磁極)11に入る磁気回路を形成し、記録層20に磁化パターン4を記録する。なお、補助磁極11は再生ヘッドの上部シールドを兼ねている。このとき、ディスク回転方向との関係から、主磁極12が磁気ディスク1から最後に離れる部分即

ち主磁極12の上面及び側面の形状が磁化パターンの形状に大きな影響を及ぼす。図3に、特開平10-320720号公報に開示されているような主磁極形状の磁気ヘッドの概念図を示す。さらに、図3に示す磁気ヘッドにヨー角が付いた場合の、隣接トラックと主磁極13との関係を図5に示す。主磁極13は上面131の幅より下面132の幅の方が大きく、上面131と側面133とのなす角度が鈍角であるような磁気ヘッドの場合にヨー角が付くと、主磁極13の側面133が隣接トラックの磁化信号上に書き込みをしてしまうという問題が生じる。これは、書き込みに影響する主磁極13の上面131の幅よりも側面133の幅が大きいため、主磁極13の側面133が隣接トラック上にはみ出して書き込みをしてしまうというものである。

【0014】図4に本発明の磁気ヘッドの媒体対向面からみた該略図を示す。本発明における主磁極12は、主磁極の上面121においてその幅が最大になっている。主磁極の上面121を記録ヘッドのトラック幅に合わせるので、図6に示すように、主磁極12の側面123がヨー角によって、隣接トラック上にかかることがない。そのため、隣接トラックの磁化信号上に書き込みをするという問題は生じない。図4、図6からわかるように、主磁極12の側面123のテーパ角度は、ヨー角に依存して決めるのがよい。従って、主磁極12の側面123のテーパ角度は磁気ディスク装置の構成に依存して設定され、主磁極12の上面121に対する法線方向からなす角度 θ を $0 \sim 30$ 度の範囲に設定すればよい。つまり、主磁極12の上面121と側面123とのなす角度が $60 \sim 90$ 度の範囲に設定すればよい。

【0015】図7に記録再生分離型磁気ヘッドの概略を示す。磁気抵抗効果膜5を用いた再生ヘッドの上に記録ヘッドが積層された構造となっている。図8に本発明における記録ヘッドと再生ヘッドを一体化した記録再生分離型の垂直記録用磁気ヘッドの概略図を示す。

【0016】従来の磁気ヘッドとの大きな違いは、従来のヘッドの上部磁気コア7と、下部磁気コア11を兼用する再生ヘッドの上部シールドとの間には、媒体対向面において、薄い(例えば、 $0.2 \mu\text{m}$)のギャップ膜30があったのに対し、垂直記録用磁気ヘッドでは、主磁極12と補助磁極14のあいだは、大きく(例えば、 $3 \sim 5 \mu\text{m}$)開いていることである。

【0017】図9に、本発明の製造行程の該略図を示す(但し、図の拡大倍率は均一では無い)。無機絶縁膜上にレジストパターンを形成したところを(a)に示す。無機絶縁膜は、従来用いられている Al_2O_3 を用いたが、他に SiC 、 AlN 、 T_2O_5 、 TiC 、 TiO_2 、 SiO_2 等が使用可能である。レジストパターンは、KrFエキシマレーザーステップを用いて露光を行い、レジストとしては、東京応化工業(株)製ポジレジストTDUR-P201を用いた。レジスト膜厚 $0.7 \mu\text{m}$ を用いた場合、 $0.2 \mu\text{m}$ が解像可能できた。このレジストパターンをマスクとして用いて、無機

絶縁膜のエッチングを行ったところを(b)に示す。Al₂O₃を用いた場合は、エッチングガスとしてBCl₃またはBCl₃とCl₂用の混合ガスを用いれば良い。他にAlNを用いた場合は、上記の塩素系ガスが良いが、エッチングしやすいT₂O₅、TiC、TiO₂、SiO₂、SiC、等を用いた場合は、フッ素系のCHF₃、CF₄、SF₆、C₄F₈等を用いることができる。エッチング深さは、0.4μmとした。このとき、無機絶縁膜のテーパ角度は、10度であった。エッチング後、レジストを除去したところを(c)に示す。(d)には、ストップ膜を形成したところを示す。後工程において、平坦化のためにCMPを用いる場合はCMP用のストップ膜を設け、エッチングを行う場合はエッチングストップ膜を設ける。平坦化工程において、膜厚の制御性が十分である場合は、このストップ膜の形成工程を省略することも可能である。CMP用のストップ膜としては、C、Ta、Mo、Nb、W、Cr等の単層膜や合金膜積層膜が使用可能である。今回は、Cをスパッタしたものを用いた。Cは、化学的に安定なため、化学的には研磨されず、機械的に研磨された場合は、研磨廃液の色が黒色になるため、研磨の終点が検知しやすく、主磁極の膜厚制御性が向上する。エッチングストップ膜としては、貴金属類が反応性エッチングされないため使用可能で、Au、Pt、Pd、Ru、Rh、Cu、Ag、Tc、Re、Os、Ir、の単層膜または積層膜または合金膜がよい。他にCr、Ni等も反応性エッチングされないため、使用可能である。これらは、全てスパッタ法で形成可能である。次に磁性膜を形成したところを(e)に示す。形成方法は、メッキでもスパッタ法でもどちらでも良い。電解メッキの場合は、メッキの下地膜を形成後、メッキする必要が有る。スパッタ法の場合は、(b)及び(c)の工程で形成した溝のアスペクト比が大きいため、指向性のよい方法、例えばロングスロースパッタ、コリメーションスパッタ法等を用いて、磁性膜の中に空隙が形成しないようにする必要がある。電解メッキ法を用いる場合、飽和磁束密度が1.6 TのFe₅₅Ni₄₅または、飽和磁束密度が1.9 TのCoNiFeを用いることができる。メッキ下地膜は、メッキ膜と同じ組成の磁性膜を用いたても、非磁性膜を用いても良い。(f)に磁性膜上面の平坦化を行い、主磁極を形成したところを示す。平坦化は、CMP等の研磨法を用いれば、ストップ膜で研磨をストップすることにより、膜厚を制御できると同時に上面の完全な平坦化が可能で、トラック幅となる溝の中全体で1 nm以下の平坦化が可能であった。このときトラック幅は、(a)の工程のレジストパターンと同じ0.2 μmが得られ、主磁極側面のテーパ角度は、(b)の工程で形成したままの10度であった。また、

エッチングを用いた場合は、一旦、レジストを塗布し、塩素系ガス、例えばBCl₃またはBCl₃とCl₂用の混合ガスを用いて、エッチングを行い、(即ちいわゆるエッチバックにより)、平坦化を行うことが可能である。このときは、上記の貴金属類からなるストップ膜やNi、Cr等のストップ膜が有効である。

【0018】この垂直記録用磁気ヘッドを搭載することにより、面記録密度70 Gbit/in²の磁気ディスク装置を作製できた。

【0019】

【発明の効果】主磁極の側面が逆テーパ形状であるため、主磁極の側面からの書き込みとヨー角による隣接トラックの消去がなくなる。また、該主磁極形状は、予め無機絶縁膜をエッチングし、磁性膜を形成後、上面を平坦化することにより形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における磁気ディスク装置の概念の概略図である。

【図2】本発明の実施の形態における磁気ディスク装置動作時の概略図である。

【図3】従来の垂直記録用磁気ヘッドの概略図である。

【図4】本発明の実施の形態における垂直記録用磁気ヘッドの概略図である。

【図5】従来の垂直記録用磁気ヘッドの主磁極とディスク上のトラックとの関係の概略図である。

【図6】本発明の実施の形態における垂直記録用磁気ヘッドの主磁極とディスク上のトラックとの関係の概略図である。

【図7】従来の磁気ヘッドの概略図である。

【図8】本発明の実施の形態における垂直記録用磁気ヘッドの概略図である。

【図9】本発明の実施の形態における主磁極形成工程の概略図である。

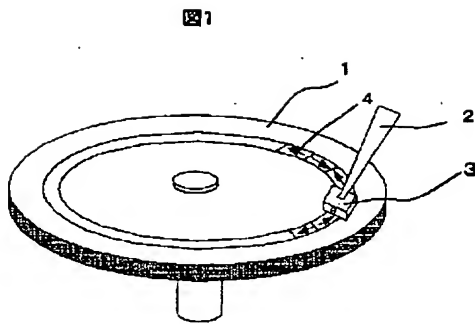
【図10】本発明の実施の形態における磁気ヘッドと磁気ディスクとの関係を示す概略図である。

【図11】本発明の実施の形態における垂直記録を説明する概略図である。

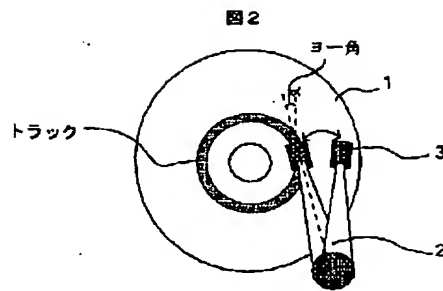
【符号の説明】

1…磁気ディスク、2…支持体、3…磁気ヘッド、4…磁化信号、5…巨大磁気抵抗効果膜、6…電極、7…磁気コア、8…絶縁膜、9…導体コイル、10…下部シールド、11…上部シールド、12…主磁極、13…主磁極、14…無機絶縁膜、15…レジスト、16…ストップ膜、17…磁性膜、

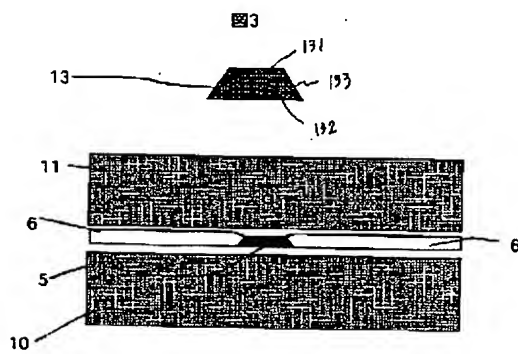
【図 1】



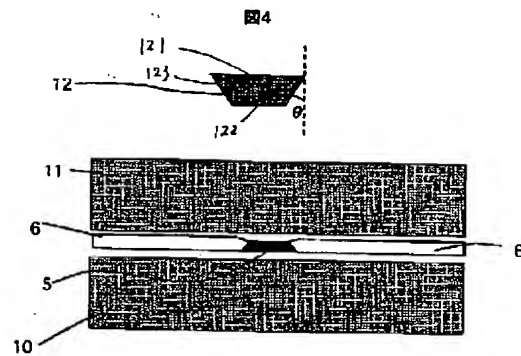
【図 2】



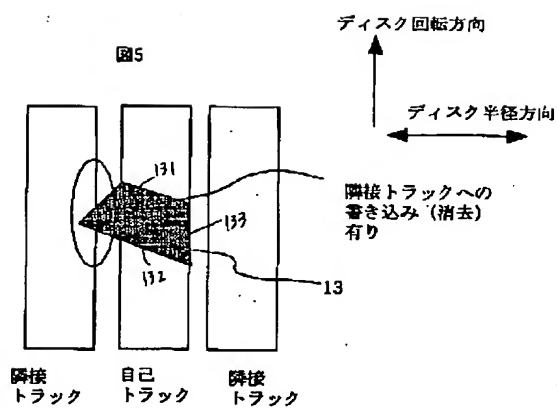
【図 3】



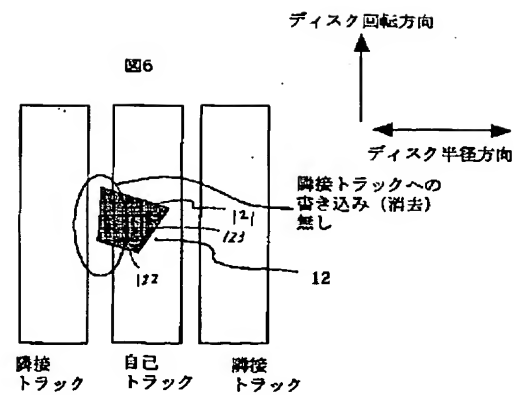
【図 4】



【図 5】

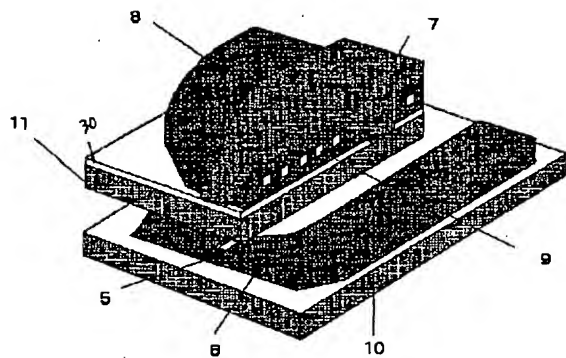


【図 6】



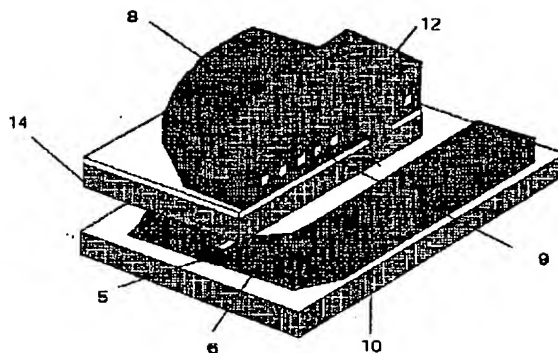
【図 7】

図 7



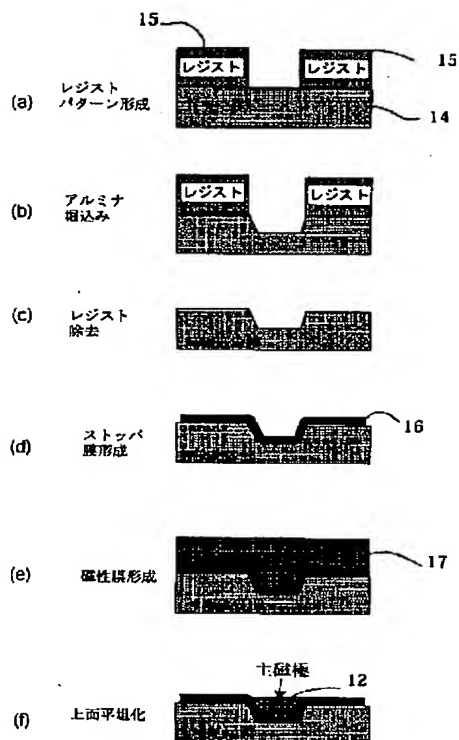
【図 8】

図 8



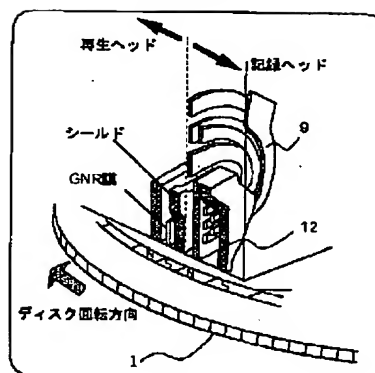
【図 9】

図 9



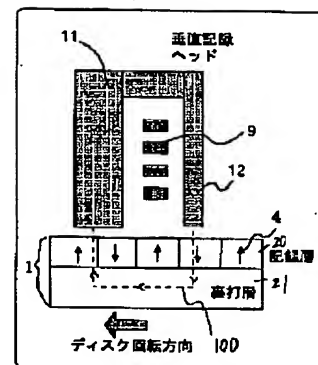
【図 10】

図 10



【図 11】

図 11



フロントページの続き

(72)発明者 西田 靖孝
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 若木 靖雄
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内
Fターム(参考) 5D033 AA05 BA01 BA12 CA02 DA01
DA04 DA08 DA31

BEST AVAILABLE COPY